



(19)

(11) Publication number:

Generated Document.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 08145923

(51) Intl. Cl.: G06T 15/00

(22) Application date: 07.06.96

(30) Priority:

(43) Date of application publication: 22.12.97

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: HITACHI LTD

(72) Inventor: FUJII HIDEKI

(74) Representative:

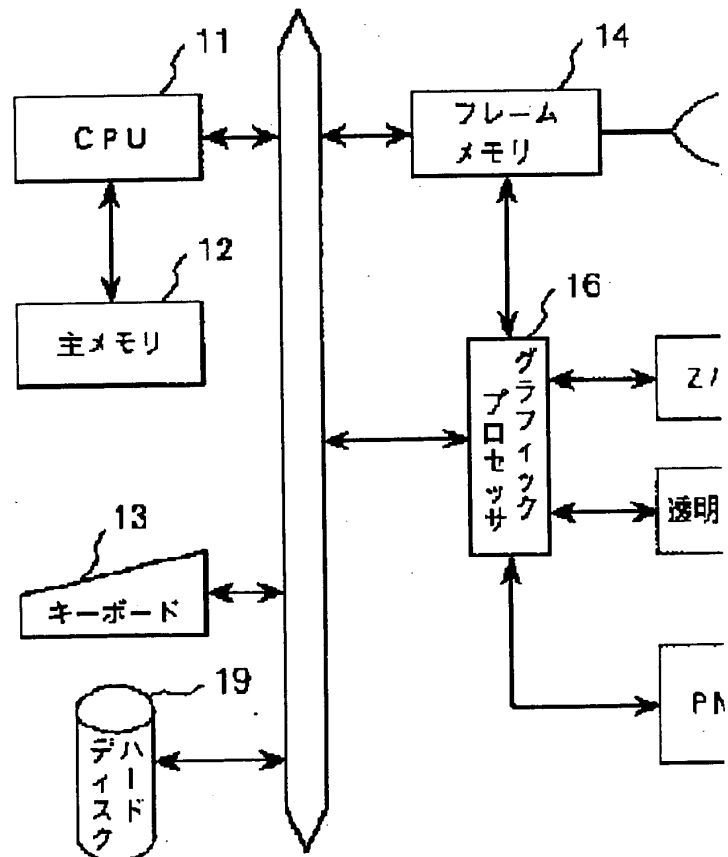
**(54) THREE-DIMENSIONAL GRAPHIC DISPLAYING METHOD AND SYSTEM THEREFOR**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a tree-dimensional graphic really displayed without caring about a plotting order even when plural translucent graphics are superposed.

**SOLUTION:** This system is provided with a transparent plane memory 18 storing the opacity of a plotted object. A graphic processor 16 updates a plotting pattern (the number and the positions of plotting pixels) in an area to plot from the opacity on the transparent plane 18 and the opacity of a graphic to draw in, and manages it on a private memory. In addition, when the coordinate (x, y) of graphic data transferred from CPU 11 corresponds to the plotting position of the updated plotting pattern, the pixel of the coordinate (x, y) on a frame memory 14 is plotted. Plotting patterns in an area where graphics are superposed are generated so as not to be superimposed with the plotting pattern of an existent plotting pattern, and a value Z comparing processing using a Z buffer 17 is executed for every plotted pixel.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-330422

(43) 公開日 平成9年(1997)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 T 15/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/72

技術表示箇所

4 5 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-145923

(22) 出願日 平成8年(1996)6月7日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 藤井 秀樹

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株

式会社日立製作所大みか工場内

(74) 代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

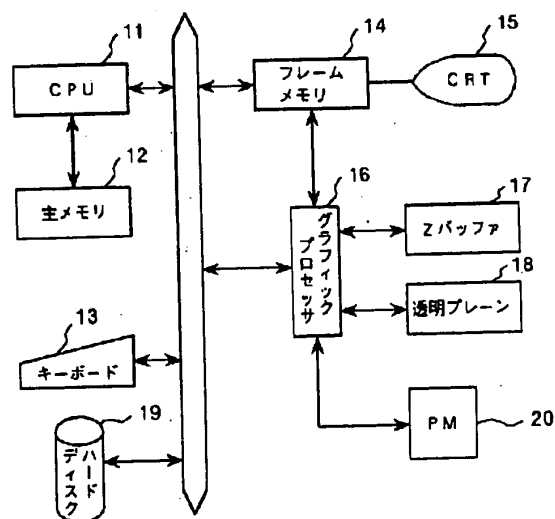
(54) 【発明の名称】 3次元グラフィック表示方法および表示システム

(57) 【要約】

【課題】 複数個の半透明図形が重なっても、描画順序を意識することなく、リアルな表示が可能となる3次元グラフィックスを提供する。

【解決手段】 描画した物体の不透過率を記憶する透明プレーンメモリ18を持つ。グラフィックプロセッサ16は、透明プレーン18上の不透過率と書き込む図形の不透過率より、描画する領域の描画パターン(描画画素の数と位置)を更新してプライベートメモリ20上に管理する。さらに、CPU11から渡される図形データの座標(x, y)が更新した描画パターンの描画位置に相当するとき、フレームメモリ14上の座標(x, y)の画素を描画する。図形が重なる領域の描画パターンは、既存の描画パターンの描画位置と重ならないように生成し、Zバッファ17を使用するZ値比較処理は描画する画素毎に行なう。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の半透明図形を含む立体図形の表示に際し、描画しようとする半透明図形の透明度情報に応じた描画パターンを生成し、図形データにより与えられる描画座標が前記描画パターンの描画面素位置に相当する場合にフレームメモリへ描画する3次元グラフィック表示方法において、

フレームメモリの画素位置に1対1に対応した透明プレーンメモリに、描画している図形の透明度情報を図形やその重複による領域単位に記憶し、描画しようとする対象半透明図形の透明度情報と前記透明プレーンメモリから読みだされる該当領域の透明度情報から描画後の新透明度情報を計算し、この新透明度情報を基に対象図形の描画パターンを決定することを特徴とする3次元グラフィック表示方法。

10

\*【請求項2】 請求項1において、

前記対象図形の重複領域における描画パターンは、前記新透明度情報より算出される描画パターン上の描画面素数から既に描画している既存の描画パターンの描画面素数を差引いた描画面素数で、前記既存の描画パターンの描画位置と重ならないまたは殆ど重ならない位置を描画面素とするを特徴とする3次元グラフィック表示方法。

【請求項3】 請求項1または2において、

前記透明度情報は不透過率（1－透過率）であり、前記新透明度情報に相当する新不透過率（NewDstNT）は式（1）によって算出され、描画後に前記透明プレーンメモリの対応領域を新不透過率で更新することを特徴とする3次元グラフィック表示方法。

【数1】

\*

$$\text{NewDstNT} = \text{OldDstNT} + (1 - \text{OldDstNT}) \times \text{SrcNT} \quad \dots (1)$$

但し、OldDstNT：すでに描画されている半透明図形（重複領域）の不透過率、SrcNT：書き込もうとしている対象図形の不透過率である。

20

【請求項4】 請求項1または2または3において、前記描画パターンが $n \times n$ 画素（ $n$ は2以上の整数）からなるとき、該描画パターン上での対象図形の描画座標の位置を $n$ の剰余系によって求め、求めた位置が該描画パターンの前記描画位置に相当するときフレームメモリに描画する3次元グラフィック表示方法。

【請求項5】 請求項4において、前記描画パターンの前記描画位置は、描画パターンの各画素に1～ $n$ の番号が順不同に任意に付与されているとき、描画パターンの画素数に前記新不透過率を乗じて－1した値を開始番号とし、前記番号の昇順に前記描画面素数だけ選択することを特徴とする3次元グラフィック表示方法。

30

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれか1項において、

図形データにより与えられる前記描画座標のZ座標値と当該座標におけるZバッファ上のZ値と比較し、前者が大なる場合（前側方向）に前記描画パターンに応じてフレームメモリへ描画し、描画後のZ座標値をZバッファに記憶することを特徴とする3次元グラフィック表示方法。

【請求項7】 図形データを記憶するメモリと、図形データから描画座標とその輝度値を求めるCPUと、前記表示図形データを格納するフレームメモリと、前記描画座標の輝度値を場用がパターンに応じてフレームメモリに描画するグラフィックスプロセッサを備える3次元グラフィック表示システムにおいて、

前記フレームメモリの画素位置に1対1に対応し、描画している既存の半透明図形の領域またはそれらの重複領域における透明度情報を領域単位に記憶する透明プレーンメモリと、前記領域毎の描画パターンを記憶するプラ

イバートメモリを備え、グラフィックスプロセッサは、描画対象の半透明図形の透明度情報と該図形が重なる既存の半透明図形ないし重複領域の透明度情報から、描画対象の重複領域の描画パターンを生成することを特徴とする3次元グラフィック表示システム。

【請求項8】 請求項7において、

表示図形の奥行き情報を画素単位に記憶するZバッファを備え、グラフィックスプロセッサは、前記描画座標のZ座標値がZバッファ上の対応するZ値より大なるときに、フレームメモリに描画するように構成してなる3次元グラフィック表示システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、3次元グラフィックの表示システムに関し、特に複数の半透明立体モデルを取り扱う表示制御方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 3次元モデルの半透明表示方法として、ブレンディング（混合）方式やスクリーンドア方式が用いられている。これら方式については、「3次元コンピュータグラフィックス（中前栄八郎著；（株）昭晃堂；P164－166）」や、「PEX Protocol Specification Version 5.2（Xコンソーシアム監修；P10）」などに詳述されている。

40

【0003】 ブレンディング方式は、Zバッファの奥行き情報（Z値）比較による隠面消去を行なう場合に、手前にある半透明な図形に対し、奥にある不透明な図形を先に描画する。これによって、奥にある不透明な図形が半透明図形を通して透けて見えるように表示する。

【0004】 スクリーンドア方式では、描画する画素を間引くことによって半透明にし、奥行きの遠い所にある図形を透かして立体モデルを表示する。画素の間引き処理は、図形の透明度に従って描画する画素を決定するタイルパターンを用意し、このタイルパターンに従って図

50

形を描画する。

【0005】図2は、スクリーンドア方式を用いた半透明表示を説明する概念図である。ここで、半透明物体21は、たとえば透過率50%の図形で、不透明物体22の手前に位置する。このとき、奥にある不透明物体22の隠れ面23は、半透明物体21の透過率に応じて透けて見えなければならない。

【0006】このため、隠れ面23を描画する半透明パターン24を決定し、パターンの黒く塗り潰された位置の画素のみ描画し、それ以外は描画しないようにする。たとえば、半透明パターン24は半透明物体21の透過率50%を表すように、パターン面積の1/2の画素のみを描画するように定められる。半透明物体21が透過率25%の場合は、パターンの面積の3/4の画素は描画し、残りの1/4の画素は描画しない半透明パターンとする。

【0007】なお、スクリーンドア方式では、隠面消去にZバッファ法を用いても、画素単位で描画するか否かを決定するために、描画順序を意識せずに半透明表示を実現できる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来のブレンディング方式では、不透明な図形を先に描画し、その後半透明な図形を描画する必要があり、物体の奥行き情報により描画の順序を変更しないと、立体モデルの前後関係や輝度が正しく表示できないという問題がある。

【0009】また、従来のスクリーンドア方式では、半透明パターンが透過率によって固定されてしまうため、半透明物体の後ろから描画した図形だけが表示され、現実に見える表示の様相と異なってしまう問題がある。

【0010】図3のように、複数の半透明物体31、32が存在する場合に、半透明物体31と半透明物体32がともに50%の透過率とすると、両者の重なり領域33の透過率は25%となる。しかし、両者の半透明パターンは同一のため、重なり領域33に対する半透明パタ

$$\text{NewDstNT} = \text{OldDstNT} + (1 - \text{OldDstNT}) \times \text{SrcNT} \quad \dots (1)$$

但し、OldDstNT:すでに描画されている半透明図形(重複領域)の不透過率、SrcNT:書き込もうとしている対象図形の不透過率である。

【0016】前記描画パターンが $n \times n$ 画素( $n$ は2以上の整数)からなるとき、該描画パターン上での対象図形の描画座標の位置を $n$ の剰余系によって求め、求めた位置が該描画パターンの前記描画画素位置に相当するときにフレームメモリに描画する。

【0017】前記描画パターンの前記描画画素位置は、描画パターンの各画素に1~ $n$ の番号が順不同に任意に付与されているとき、描画パターンの画素数に前記新不透過率を乗じて-1した値を開始番号とし、前記番号の昇順に前記描画画素数だけ選択して定める。

【0018】図形データにより与えられる前記描画座標

\*ーん34は面積の1/2の画素を描画するパターンとなり、本来の透過率25%を反映していない。

【0011】本発明の目的は、従来技術の問題点を克服し、Zバッファを用いた隠面消去法を用いながら、複数の半透明図形の描画順序を意識することなく、3次元図形をリアルに描写できるグラフィック表示制御方法と表示システムを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的は、複数の半透明図形を含む立体図形の表示に際し、描画しようとする半透明図形の透明度情報に応じた描画パターンを生成し、図形データにより与えられる描画座標が前記描画パターンの描画画素位置に相当する場合にフレームメモリへ描画する3次元グラフィック表示方法において、フレームメモリの画素位置に1対1に対応した透明ブレンメモリに、描画している図形の透明度情報を図形やその重複による領域単位に記憶し、描画しようとする対象半透明図形の透明度情報と前記透明ブレンメモリから読みだされる該当領域の透明度情報から描画後の新透明度情報を計算し、この新透明度情報を基に対象図形の描画パターンを決定することにより達成される。

【0013】前記対象図形の重複領域における描画パターンは、前記新透明度情報より算出される描画パターン上の描画画素数から既に描画している既存の描画パターンの描画画素数を差引いた描画画素数で、前記既存の描画パターンの描画位置と重ならないまたは殆ど重ならない位置を描画画素とするを特徴とする。

【0014】前記透明度情報は不透過率(1-透過率)であり、前記透明度情報に相当する新不透過率(NewDstNT)は式(1)によって算出され、描画後に前記透明ブレンメモリの対応領域を新不透過率で更新する。

【0015】

【数2】

のZ座標値と当該座標におけるZバッファ上のZ値と比較し、前者が大なる場合(前側方向)に前記描画パターンに応じてフレームメモリへ描画し、描画後のZ座標値をZバッファに記憶することを特徴とする。

【0019】本発明によれば、Zバッファ法を用いた隠面消去法を用いて半透明表示を行う際に、図形の描画順序を奥行き方向の位置によって並び変える必要がなく、かつ、複数個の半透明物体が重なって表示される場合、重なった部分の透過率に応じた半透明表示ができるので、リアルなグラフィックス表示が実現できる。

【0020】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施形態による3次元グラフィック表示装置の概略の構成を示したものである。主メモリ1.2上に蓄えられた3次元の図形デ

ータに対し、CPU11は座標変換や、図形の色を決定する輝度計算などの処理を行なう。

【0021】グラフィックプロセッサ16は、座標変換、輝度計算の行われた図形データを受け取り、フレームメモリ14上の描画位置を計算し、そこに1画素毎に計算された色(輝度)を書き込む。また、座標変換された後の図形の奥行き情報(Z座標)を、Zバッファ17に1画素づつ書き込む。この際、既に書き込まれているZ値(デスティネーションZ)と、書き込もうとするZ値(ソースZ)を比較し、ソースZがデスティネーションZ以上となる場合にのみ、Zバッファ17とフレームメモリ14の値を更新する。

【0022】これにより、フレームメモリ14を介してCRT15に表示される3次元図形のモデルは、複数のモデルが重なっている場合に、画面に対して手前のモデル(Z座標が大きい)が表示されることになる。したがって、Zバッファ17は常に、現在表示している図形のZ座標を保持している。

【0023】透明プレーンメモリ18は、透明度情報として図形の不透過率を保持するバッファで、フレームメモリ14に1対1に対応している。Zバッファ17と同様に、グラフィックプロセッサ16によって書き込まれる。

【0024】プライベートメモリ(PM)20は、描画\*

$$\text{NewDstNT} = \text{OldDstNT} + (1 - \text{OldDstNT}) \times \text{SrcNT} \quad \dots (1)$$

これは、半透明のセロハンが重なるにつれて色が濃くなるのに似ている。すなわち、半透明の物体が重なれば重なるほど不透過率が大きくなり、不透過率が1.0に近づくほど透明度が低下する。

【0029】書き込もうとしている図形の不透過率SrcNTは、その図形の描画に際して与えられる透過率 $\alpha$ より、 $1-\alpha$ として求める。透明プレーン18に書き込む不透過率NewDstNTは、グラフィックプロセッサ16が1画素毎に式(1)より算出する。なお、透明プレーン18のビット数が8ビットであれば、0.0~1.0の不透過率を0~255の整数値によってマッピングしたプレーン値を書き込む。

【0030】ここで、不透明図形43と半透明図形41が既に、図4のように描画されているとき、新たに半透明図形42を描画するケースを考える。半透明図形41、42に対応する透明プレーン18の領域46、47及び、それらが重なっている領域48は、式(1)と同じの数4、数5のように算出される不透過率を保持している。

【0031】領域46、47で重ならない領域の不透過率NewDstNTは、透明プレーン18の初期値: OldDstNT=0.0(透明)とすると、領域46、47のSrcNT=0.5であるから、数4のように求まる。

【0032】

\*パターン(タイルパターンとも呼ばれる)を保持する。グラフィックプロセッサ16は、透明プレーン18の不透過率に応じて描画パターンの描画面素位置を決定し、その描画パターンに従ってフレームメモリ14に描画する。

【0025】図4は、透明プレーンメモリの機能を示す説明図である。半透明図形41、42及び不透明図形43のZ方向の位置関係は、手前からZ値の大きい順となり、半透明図形42>半透明図形41>不透明図形43となる。また、図形の描画の順番は、不透明図形43、半透明図形42、半透明図形41の順とする。

【0026】この場合、不透明図形43の隠面は、半透明図形41、42を通して表示される部分を生じ、半透明図形41、42の透明度に応じてその奥側に透けて見える。半透明図形41、42の透過率を0.5とすると、それらが重なっている領域45の透過率は0.25となり、重ならない領域より不透明になる。

【0027】本実施例の透明度情報となる不透過率は、すでに描画されている半透明図形の不透過率OldDstNT、書き込もうとしている図形の不透過率SrcNT、この結果表示される図形の不透過率NewDstNTとすると、式(1)の関係になる。

【0028】

【数3】

$$\text{NewDstNT}_{46} = \text{OldDstNT}_{47} = 0.0 + (1.0 - 0.0) \times 0.5 = 0.5$$

【数4】NewDstNT<sub>46</sub>=NewDstNT<sub>47</sub>=0.0+(1.0-0.0)×0.5=0.5  
なお、プレーン値は、255×(1-NewDstNT)=127となる。

【0033】また、領域46、47が重なる領域48のNewDstNT<sub>48</sub>は、領域46での不透過率OldDstNT=0.5、領域47での不透過率SrcNT=0.5であるから、数5のように求まる。

【0034】

$$\text{NewDstNT}_{48} = 0.5 + (1.0 - 0.5) \times 0.5 = 0.75$$

【数5】NewDstNT<sub>48</sub>=0.5+(1.0-0.5)×0.5=0.75  
なお、プレーン値は、255×(1-0.75)=63となる。

【0035】次に、以上のように求まる不透過率NewDstNTを用いて、フレームメモリ14に書き込む画素領域について説明する。ここで、図形41、42が重なる領域44の一部の領域45(4×4画素)に着目すると、数5より領域44の不透過率=0.75となるから、25%の透明度で背景図形43が透けて見えるのが自然である。

【0036】そこで、スクリーンドア方式と同じ手法を用いて、領域45の16画素のうち8画素のみを描画し(斜線部)、描画しない4画素(白部)に背景(不透明図形43)の画素を表示する。すなわち、透明プレーン

18のNewDstNTに基づいて、描画パターン上の

描画する画素数と画素位置を決定し、この描画パターンに従って領域45をフレームメモリ14に描画する。

【0037】このように描画パターンは、すでに描画されている図形の不透過率と、書き込もうとしている図形の不透過率の組み合わせから、グラフィックスプロセッサ16によって動的に変更され、プライベートメモリ20上の描画パターン管理テーブルに保持される。

【0038】描画パターンの画素位置の決定には、描画パターンの画素数 $n \times n$ に対応した $n$ の剰余系を用いる。図5に、4の剰余系の概念を示す。左上をフレームメモリ14（画面に対応）の原点（0, 0）とし、4の\*

$$\text{画素の番号} = (\text{mod } 4 (X), \text{mod } 4 (Y)) \quad \dots (3)$$

ここで、 $\text{mod } 4 (i)$  は整数 $i$ を4で割った余りの値を示す。たとえば、座標（5, 3）は、 $(\text{mod } 4 (5), \text{mod } 4 (3)) = (1, 3)$ で、座標（1, 3）の画素番号=6となる。また、座標（6, 5）は $(\text{mod } 4 (6), \text{mod } 4 (5)) = (2, 1)$ で、画素番号=13となる。

【0041】ところで、数1により求めたNewDstNTは、新しく描画した後の半透明図形の表示画素数の※20

$$\text{PixelNum} = \text{PatternNum} \times \text{NewDstNT} \times (\text{SrcNT} / (\text{OldDstNT} + \text{SrcNT})) \quad \dots (4)$$

ここで、PixelNum：新たに書き込む画素の数（描画画素数）、PatternNum：描画に用いる描画パターンの全画素数である。

【0043】図6は、描画パターンの生成の手順を概念的に示す説明図である。描画パターンを $4 \times 4$ とし、透明プレーン上に不透過率（OldDstNT）0.25が書き込まれている図形領域に対し、不透過率0.5の図形を新たに書き込む場合の手順を説明する。

【0044】既に書き込まれている図形の描画パターン61は、描画画素数=4で画素番号0, 1, 2, 3の位置を描画する。新たに書き込む図形の描画パターン62を、場用がパターン61と合成したとき、新たな図形の★

$$\text{StartPixel} = (\text{NewDstNT} \times \text{PatternNum}) - \text{PixelNum} \quad \dots (5)$$

$$\text{EndPixel} = \text{StartPixel} + \text{NewDstNT} \times \text{PatternNum} - 1 \quad \dots (6)$$

ここで、PatternNum：描画パターンの全画素数である。

【0047】本例の場合、開始番号が4、終了番号が9となるので、画素番号4, 5, 6, 7, 8, 9を描画位置とする描画パターン62が決定される。

【0048】この結果、デスティネーションパターン61とソースパターン62の描画画素位置は重複することがない。従って、新デスティネーションパターン63は、パターン61とパターン62を重ね合わせた結果の不透過率を忠実に反映した描画画素数となる。

【0049】ここで、式（3）による図形データの座標（ $x, y$ ）の画素番号が、この開始番号と終了番号の範囲に入れば、フレームメモリ14の座標（ $x, y$ ）の画素がCRTからの輝度値で描画される。

【0050】図7は、描画パターン管理テーブルのフォーマット示す。上記のように生成される描画パターン

\*剰余系で位置を決めて、その各座標に（0, 0）=1, （0, 1）=8, . . . , （3, 3）=7のように、画素の番号を順不同に任意に付与する。ただし、できるだけ近い番号同士が隣接しないように付与するのが望ましい。

【0039】このように設定した描画パターンの画素番号を用い、以後、描画のために入力される図形データの座標（ $x, y$ ）に対し、画素の番号を式（3）によって求める。

【0040】

【数6】

※割合を示している。従って、透明プレーン18に既に書き込まれているデスティネーション不透過率（OldDstNT）と、これから書き込もうとする図形のソース不透過率（SrcNT）の割合に応じて、新たに書き込む描画パターンの描画画素数が式（4）により算出される。

【0042】

【数7】

★描画後のパターン63が生成される。ここで、パターン63の描画画素数は、新不透過率（0.625）×パターンの全画素数（16）=10となる。

【0045】そこで、描画パターン62は、描画画素数（PixelNum）が6（=10-4）で、且つ、パターン61の描画位置と重複しない位置を描画画素として選択する。ちなみに、描画画素位置の開始番号（StartPixel）は式（5）により、終了番号（EndPixel）は式（6）により算出される。

【0046】

【数8】

は、描画パターン管理テーブルによって管理され、プライベートメモリ20に格納される。

【0051】描画パターン管理テーブルにはNewDstNT, OldDstNT, SrcNT, StartPixel, EndPixel, PixelNum及びPatternNumの各値が設定され、式（1）及び、式（4）～式（6）の計算に応じて更新される。

【0052】次に、半透明図形が多数重なるケースについて説明する。図8に、Z軸に平行にみた多数の図形的位置関係を示す。ここで、半透明図形41, 42を図4と同様とすると、それらの重なる領域45の手前に半透明図形81を表示している。図形81は不透過率0.8で $Z = d_0$ に位置している。

【0053】半透明図形81を図示の関係に表示すると、図形81と領域45の重なる領域82の不透過率

は、数1より0.95となる。即ち、領域82の透明率わずかに5%で、 $Z=d_0$ より後方に重なる図形はほとんど見えない。このように、半透明図形が多数重なって、ほとんど見えない不透過率を積算しながら、数4による書き込み画素数を再計算すると、1以下になって意味のない点が生じる。

【0054】そこで、本実施例では、不透過率があるしきい値を超えた場合には、その領域には不透過な図形のみが描画されているとみなして、透明プレーンを0にリセットし、計算回数を低減する。

【0055】図9に、本実施形態によるグラフィックスプロセッサの概略処理のフロー図を示す。まず、透明プレーン18を初期値0.0で初期化する(S91)。そして、一つの画面を構成する全図形の描画を終了したかチェックし(S92)、終了していない場合は先に進む。

【0056】次に、描画しようとする対象図形が半透明であるか不透明であるかをチェックし(S93)、不透明な場合はZバッファ17のZ値と比較し、大きい場合(手前)にフレームメモリ14へ描画し、このときZ値も更新する(S94)。一方、半透明の場合は、以下のように描画パターンを更新し、それを使用してフレームメモリ14へ描画処理する(S95)。

【0057】図10に、描画パターンを使用する描画処理のフロー図を示す。まず、描画する半透明図形のソース不透過率(SrcNT)を描画パターン管理テーブルに設定する(S101)。以後、この図形の描画処理においては、このソース不透過率を使用される。そして、描画する対象図形の全画素の描画が終了したか否かチェックし(S102)、終了していない場合に先に進む。

【0058】次に、対象図形が重なる重複領域の不透過率を透明プレーンから読みだす(S103)。この値は、デスティネーション不透過率(OldDstNT)に相当する。ここで、読みだした透明プレーンの不透過率が、描画パターン管理テーブル上のカレントなOldDstNTと同じであるか、すなわち現在使用中の描画パターンの不透過率と同じであるか判定し(S104)、同じ場合には直ちにS106に進み、同じでなければ、描画パターン管理テーブルのOldDstNTを更新(S105)した後S106に進む。

【0059】図11に、描画パターン管理テーブルの更新処理(S105)のフロー図を示す。まず、透明プレーンから読みだした不透過率を、描画パターン管理テーブルのOldDstNTに設定する(S1051)。また、描画しようとしている対象図形のソース不透過率を描画パターン管理テーブルのSrcNTに設定し、式(1)に従って新不透過率NewDstNTを算出する(S1052)。

【0060】次に、これらの値を用いて、描画パターン中で描画する画素数(PixelNum)を、式(4)により算

出する(S1053)。さらに、描画パターン中で描画を行なう画素の開始番号(StartPixel)と終了番号(EndPixel)を、式(5)、(6)により算出する(S1054)。最後に、描画パターン管理テーブル上の新不透過率(NewDstNT)、描画画素開始番号(StartPixel)、描画画素終了番号(EndPixel)、描画画素数(PixelNum)を更新する(S1055)。

【0061】ステップS106では、図形データとして渡される座標変換後の描画座標(x, y)より画素番号を求める。すなわち、座標(x, y)に対し、 $\text{mod } 4(x)$ 、 $\text{mod } 4(y)$ により画素番号を求める。そして算出した画素番号が、描画パターン管理テーブルの開始画素番号(StartPixel)と終了画素番号(EndPixel)の間に含まれているか、すなわち描画パターン上の描画位置かを判定する(S107)。描画位置の画素番号であれば、フレームメモリ14上の座標(x, y)の画素に、図形データによる輝度値を描画し、さらに、当該座標のZ値をZバッファ17へ書き込む(S108)。

【0062】S107で、画素番号が描画対象でない場合は、直ちに次のステップへ進み、新不透過率(NewDstNT)がしきい値(たとえば0.9)より大きいか調べ(S109)、大きい場合は新不透過率を0とする(S110)。その後、透明プレーン18の対応位置に、新不透過率(NewDstNT)を書き込み(S111)、処理をステップをS102に戻す。

【0063】図12に、フレームメモリとZバッファの描画処理(S108)のフロー図を示す。まず、描画対象画素のZ値がZバッファ上の対応する座標のZ値以上であるか判定する(S1081)。そうであれば、フレームメモリに対象がその輝度値を描画し(S1082)、また、Zバッファの同一座標に描画対象画素のZ値を書き込む(S1083)。一方、描画対象画素のZ値が小さければ、描画は行なわれない。

【0064】このように、本実施例によるZ値比較処理は図形が重なる場合に、画素単位に行なわれる。各画素の描画は上述のように既存の描画パターンの描画画素位置と重ならない又は、極力重ならないように求められた描画パターンによって決定されるので、同一画素に対する複数の描画が発生することは殆どない。従って、Zバッファを用いた隠面消去法を用いても、図形の描画順序を意識することがなくユーザのプログラム作成が容易になる。

【0065】

【発明の効果】本発明によれば、Zバッファ法を用いた隠面消去法を用いて半透明表示を行う際に、図形の描画順序と奥行き方向の位置の順番に並び変える必要がないので、使い勝手がよい。

【0066】さらに、複数の半透明図形が重なり表示される場合に、重なる図形間の透明度情報を忠実に反映

11

したリアルな半透明表示を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による3次元グラフィック表示システムの構成図。

【図2】スクリーンドア方式を用いた半透明表示の概念図。

【図3】スクリーンドア方式を用いた半透明表示の問題点を示す説明図。

【図4】複数の半透明図形の重複領域の描画パターンと領域毎の不透過率を保持する透明プレーンの相対的関係を表わした説明図。

【図5】描画パターンとその画素番号を決める4の剰余系の説明図。

【図6】描画パターンの生成手順を概念的に示す説明図。

12

【図7】描画パターン管理テーブルのフォーマット図。

【図8】Z軸方向に複数の図形が重なる場合の説明図。

【図9】グラフィックプロセッサによる描画処理の概略フロー図。

【図10】描画パターンの生成(更新)と、それを使用する描画処理のフロー図。

【図11】描画パターン更新処理のフロー図。

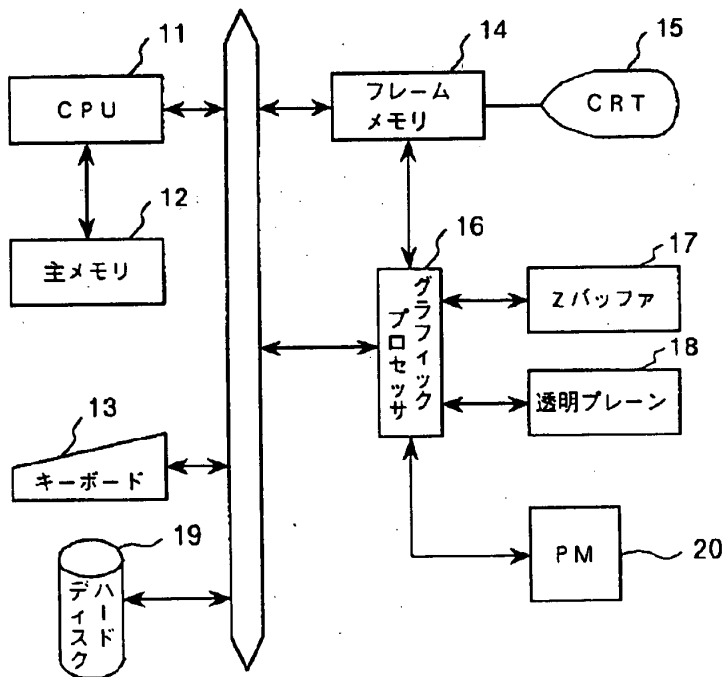
【図12】Zバッファ法を用いたZ値比較処理(隠面消去)を含む描画処理のフロー図。

【符号の説明】

11…CPU、12…主メモリ、14…フレームメモリ、15…CRT、16…グラフィックプロセッサ、17…Zバッファ、18…透明プレーンメモリ、20…プライベートメモリ、41…半透明図形、42…半透明図形、43…不透明図形。

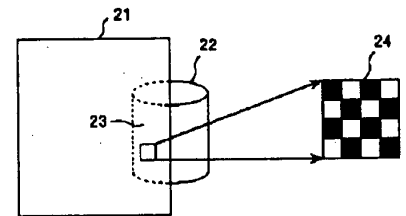
【図1】

図 1



【図2】

図 2



【図5】

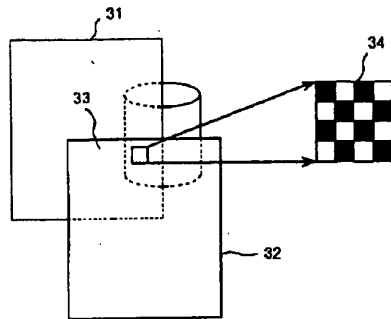
図 5

		x						
		0	1	2	3	4	5	6
y	0	0	8	1	9	0	8	1
	1	12	4	13	5	12	4	13
	2	2	10	3	11	2	10	3
	3	14	6	15	7	14	6	15
	4	0	8	1	9	0	8	1
	5	12	4	13	5	12	4	13
	6							



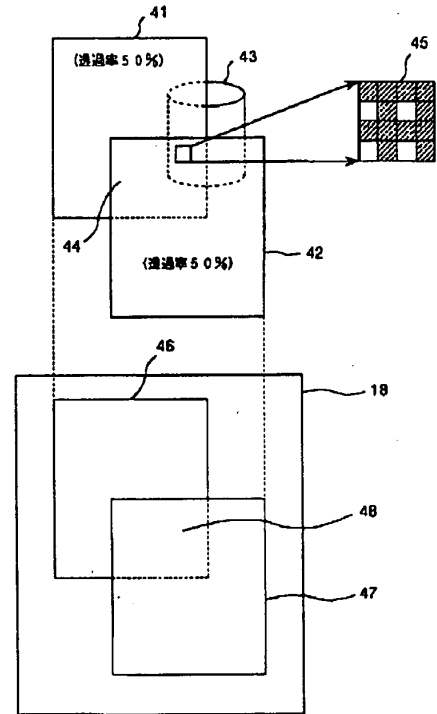
【図3】

図 3



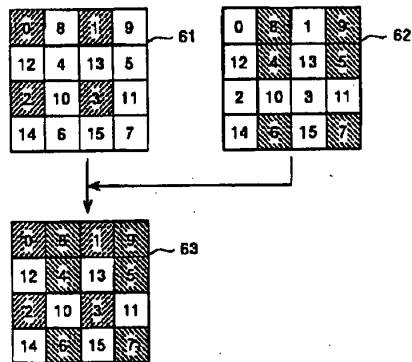
【図4】

図 4



【図6】

図 6

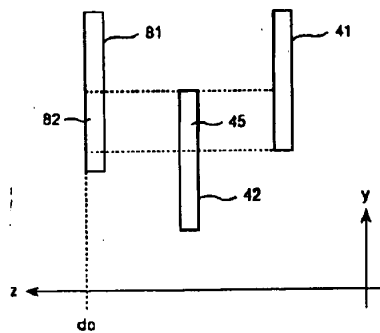


【図7】

図 7

【図8】

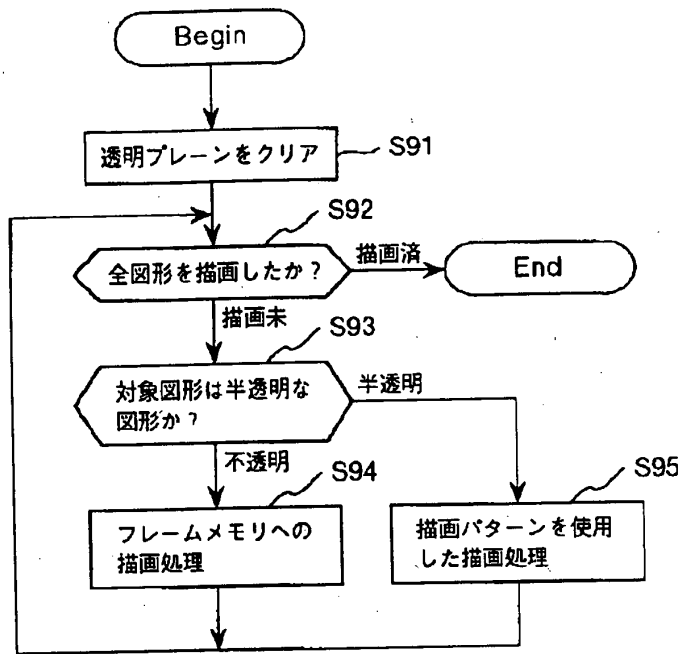
図 8



New Dst NT
新不透過率
Old Dst NT
デスティネーション不透過率
Src NT
ソース不透過率
Start Pixel
描画画素開始番号
End Pixel
描画画素終了番号
Pixel Num
描画画素数
Pattern Num
タイルパターン画素数

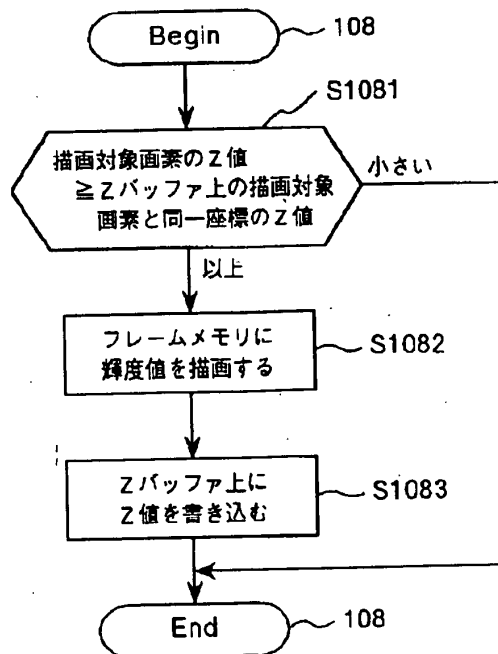
【図9】

図 9



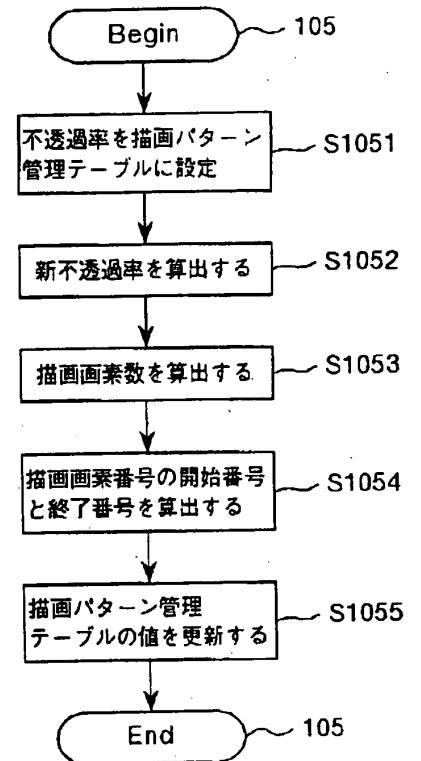
【図12】

図 1 2



【図11】

図 1 1



【図10】

図 10

